

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Faktor-faktor yang Memengaruhi Gejala Saluran Pernapasan Pada Pekerja

Banyak faktor yang memengaruhi gejala saluran pernapasan dan gangguan ventilasi paru khususnya pada aspek tenaga kerja yaitu usia pekerja, masa kerja, kebiasaan merokok, kebiasaan penggunaan alat pelindung diri (APD), status gizi, dan kebiasaan Olahraga (Khumaidah,2009)

1. Usia Pekerja

Faal paru pada tenaga kerja sangat dipengaruhi oleh usia tenaga kerja itu sendiri. Meningkatnya umur seseorang maka kerentanan terhadap penyakit akan bertambah, khususnya gangguan saluran pernapasan pada tenaga kerja (Yunus,2006). Penyakit-penyakit kronis mempunyai kecenderungan meningkat dengan bertambahnya umur, sedangkan penyakit akut tidak mempunyai suatu kecenderungan yang jelas. Secara fisiologis dengan bertambahnya umur maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah (Irfayanti,dkk.2012).

Kondisi seperti ini akan bertambah buruk dengan keadaan lingkungan yang berdebu dan faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok, tidak tersedianya masker juga penggunaan yang tidak disiplin, lama paparan serta riwayat penyakit yang berkaitan dengan saluran pernapasan. Rata-rata pada umur 30-40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru yang dengan semakin bertambah umur semakin bertambah pula gangguan yang terjadi (Budiono,2007). Pada penelitian yang dilakukan oleh Sudarmaji dan

Sholikhah (2015) terhadap pekerja industri kayu keluhan pernapasan lebih banyak dialami oleh pekerja berusia <25 tahun. Hal ini dikuatkan oleh penelitian Sholikhah, dkk (2008) yang menyatakan bahwa pekerja berusia 15-30 tahun lebih banyak mengalami keluhan pernapasan.

2. Masa Kerja

Menurut Zainudin (2010) Masa kerja adalah jangka waktu orang sudah bekerja dari pertama mulai masuk hingga sekarang masih bekerja. Masa kerja dapat diartikan sebagai sepenggalan waktu yang agak lama dimana seseorang tenaga kerja masuk dalam satu wilayah tempat usaha sampai batas waktu tertentu.

Masa kerja merupakan salah satu faktor yang memengaruhi terjadinya keluhan dan beberapa penyakit terkait saluran pernapasan, antara lain kanker paru dan PPOK. Masa kerja merupakan faktor risiko terjadinya PPOK, terutama bagi pekerja di industri yang berdebu dengan masa kerja lebih dari 5 tahun (Khumaidah,2009).

Masa kerja berhubungan dengan terjadinya penurunan kapasitas fungsi paru sehingga dapat menimbulkan gangguan fungsi paru. Semakin lama masa kerja seseorang yang bekerja pada tempat yang mengandung debu maka semakin besar pula risiko mendapatkan paparan debu di lingkungan kerjanya yang akan berdampak terhadap kesehatan, terutama gangguan saluran pernapasan (Wulandari,dkk. 2015).

Menurut Yunus (2006) Konsentrasi partikel debu dan lamanya masa kerja erat kaitannya dengan efek terhadap gangguan fungsi paru. Semakin tinggi konsentrasi partikel debu dalam udara dan semakin lama pajanan

berlangsung, jumlah partikel yang mengendap di paru juga semakin banyak. Setiap *inhalasi* 500 partikel per millimeter kubik udara, maka setiap *alveoli* paling sedikit menerima 1 partikel dan apabila konsentrasi mencapai 1000 partikel millimeter kubik, maka 10% dari jumlah tersebut akan tertimbun di paru. Konsentrasi yang melebihi 5000 partikel per millimeter kubik sering dihubungkan dengan terjadinya *pneumoconiosis* (penyakit saluran pernapasan). *Pneumoconiosis* akibat debu akan timbul setelah penderita mengalami kontak lama dengan debu. Jarang ditemui kelainan fungsi paru bila pajanan kurang dari 10 tahun. Dengan demikian lama pajanan atau lamanya masa kerja mempunyai pengaruh besar terhadap kejadian gangguan fungsi paru.

Penelitian yang dilakukan oleh Irjayanti,dkk (2012) menunjukkan bahwa masa kerja diatas 8 hingga 10 tahun kemungkinan mempunyai resiko terjadinya gangguan fungsi paru, semakin lama masa kerja seseorang, semakin lama pula waktu paparan debu kayu terhadap fungsi paru pekerja mebel.

3. Kebiasaan Merokok

Menurut Khumaidah (2009) Tembakau sebagai bahan baku rokok mengandung bahan *toksik* dan dapat memengaruhi kondisi kesehatan karena lebih dari 2000 zat kimia dan diantaranya sebanyak 1200 sebagai bahan beracun bagi kesehatan manusia. Dampak merokok terhadap kesehatan paru-paru dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru. Pada saluran napas besar, sel *mukosa* membesar (*hipertropi*) dan kelenjar *mucus* bertambah banyak (*hyperplasia*). Pada

saluran napas kecil terjadi radang ringan hingga penyempitan akibat bertambahnya sel dan penumpukan lendir. Akibat perubahan anatomi saluran napas pada perokok akan timbul perubahan pada fungsi paru-paru dengan segala macam gejala klinisnya.

Asap rokok dapat memperlambat gerakan *silia* dan setelah jangka waktu tertentu akan menyebabkan gerak *silia* menjadi lumpuh (Simanjuntak.dkk,2015). Akibat perubahan anatomi saluran napas pada perokok akan timbul perubahan pada fungsi paru dengan segala macam gejala klinisnya. Hal ini merupakan penyebab utama terjadinya penyakit paru (Yulaekah,2007).

Kebiasaan merokok menurut Khumaidah (2009) telah membagi menjadi 3 kategori perokok yaitu sebagai berikut :

- a. Perokok ringan, bila jumlah rokok yang dihisap antara 1-6 batang/hari
- b. Perokok sedang, bila jumlah rokok yang dihisap antara 7-12 batang/hari
- c. Perokok berat, bila jumlah rokok yang dihisap lebih dari 12 batang/hari

4. Status Gizi tenaga kerja

Menurut Anugrah (2014) Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun keatas) merupakan masalah penting, karena selain mempunyai risiko penyakit-penyakit tertentu, gizi merupakan nutrisi yang diperlukan oleh para pekerja untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jenis pekerjaan. Sebagai satu aspek dari ilmu gizi pada umumnya, maka gizi kerja ditujukan untuk kesehatan dan daya kerja tenaga kerja yang setinggi-tingginya. Kesehatan dan daya kerja sangat erat hubungannya dengan tingkat gizi seseorang. Tubuh memerlukan zat-zat dari makanan untuk pemeliharaan

tubuh, perbaikan kerusakan-kerusakan dari sel dan jaringan dan untuk pertumbuhan, yang banyak sedikitnya keperluan ini sangat bergantung kepada usia, jenis kelamin, lingkungan dan beban yang diderita oleh seseorang.

Hubungan dengan fungsi pernapasan, status gizi kurang dapat berakibat pada turunnya sel perantara imunitas yang dapat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi. Sel imunitas pada saluran pernapasan diperankan oleh *limfosit T* yang dapat membunuh, mengisolasi dan menggumpalkan benda asing yang masuk. Pada pekerja yang terkena paparan debu dan akibat dari turunnya sel perantara imunitas maka *limfosit T* tidak dapat membentuk pertahanan debu atau partikel yang masuk ke dalam saluran pernapasan akibatnya debu atau partikel yang masuk ke dalam saluran napas dapat mencapai paru (Darmanto,2007).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Anugrah (2014) mengenai hubungan status gizi dengan kapasitas vital paru terhadap pekerja penggilingan divisi batu kapur didapatkan hasil bahwa status gizi memengaruhi kapasitas vital paru pekerja.

5. Pemakaian Alat Pelindung Diri Pernapasan

Tarwaka (2008) menjelaskan Alat Pelindung Diri (APD) adalah seperangkat alat keselamatan yang digunakan oleh pekerja untuk melindungi seluruh atau sebagian tubuhnya dari kemungkinan adanya pemaparan potensi bahaya lingkungan kerja terhadap kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Sedangkan menurut Husain (2002) alat pelindung diri untuk pekerja adalah

alat pelindung agar aman dari bahaya atau kecelakaan akibat melakukan suatu pekerjaannya.

Alat pelindung diri yang baik adalah APD yang memenuhi standar keamanan dan kenyamanan bagi pekerja (*Safety and acceptance*). apabila pekerja memakai APD merasa kurang nyaman dan penggunaannya kurang bermanfaat bagi pekerja maka pekerja enggan memakai walaupun memakai karena terpaksa atau hanya berpura-pura sebagai syarat agar masih diperbolehkan untuk bekerja atau menghindari sanksi perusahaan (Yeung, 1999).

Masker adalah salah satu bagian dari alat pelindung diri (APD) yang berfungsi sebagai pelindung hidung dan mulut yang merupakan alat pelindung pernapasan (*inhalasi*) debu, gas, uap, *mist* (kabut), *fumes*, asap dan *fog*. Dengan mengenakan alat pelindung diri (masker) diharapkan pekerja melindungi dari kemungkinan terjadinya gangguan pernapasan akibat terpapar udara yang kadar debunya tinggi.

Penggunaan alat pelindung diri merupakan upaya terakhir dalam usaha perlindungan bagi pekerja. Oleh karena itu, alat pelindung diri harus memenuhi persyaratan antara lain: enak dipakai, tidak mengganggu kerja dan memberikan perlindungan yang efektif terhadap jenis bahaya yang ada (Marsaid, 2010).

Budiono (2005) menjelaskan APD yang tepat bagi tenaga kerja yang berada pada lingkungan kerja dengan paparan debu berkonsentrasi tinggi adalah:

a. Masker

Masker untuk melindungi diri dari debu atau partikel-partikel yang lebih kasar yang masuk ke dalam saluran pernapasan. Masker terbuat dari kain dengan ukuran pori-pori tertentu. Terdapat beberapa jenis yaitu :

1) Masker penyaring debu

Masker ini berguna untuk melindungi pernapasan dari serbuk-serbuk logam, penggerindaan atau serbuk kasar lainnya.



Gambar 2.1 Masker Penyaring Debu
(Sumber : Ari Setio,2012)

2) Masker berhidung

Masker ini dapat menyaring debu atau benda sampai ukuran 0,5 mikron, bila kita sulit bernapas waktu memakai alat ini maka hidungnya harus diganti karena filternya tersumbat oleh debu.



Gambar 2.2 Masker Berhidung
(Sumber : Lapak Keakea,2012)

3) Masker bertabung

Masker bertabung mempunyai filter yang baik daripada masker berhidung. Masker ini sangat tepat digunakan untuk melindungi pernapasan dari gas tertentu. Berbagai macam tabungnya tertulis untuk macam-macam gas yang sesuai dengan jenis masker yang digunakan.

4) Masker kertas

Masker ini digunakan untuk menyerap partikel-partikel berbahaya dari udara agar tidak masuk ke jalur pernapasan. Pada penggunaan masker kertas, udara disaring permukaan kertas yang berserat sehingga partikel-partikel halus yang terkandung dalam udara tidak masuk ke saluran pernapasan.

5) Masker plastik

Masker ini digunakan untuk menyerap partikel-partikel berbahaya dari udara agar tidak masuk jalur pernapasan. Ukuran masker ini sama dengan masker kertas. Namun ada lubang-lubang kecil di permukaannya untuk aliran udara, tetapi tidak bisa menyaring udara, fungsi penyaring udara terletak pada sebuah tabung kecil yang diletakkan di dekat rongga hidung. Di dalam tabung ini disajikan semacam obat yang berfungsi sebagai penawar racun.

6) Masker N95

Masker jenis ini merupakan alternatif bagi orang sehat untuk mengurangi pajanan debu. Masker ini disebut N95 karena dapat menyaring hingga 95% dari keseluruhan partikel yang berbeda di

udara. Bentuknya biasanya setengah bulat dan berwarna putih, terbuat dari bahan solid dan tidak mudah rusak, pemakaiannya juga harus benar-benar rapat, sehingga tidak ada celah udara luar masuk.

b. Respirator

Respirator berguna untuk melindungi pernapasan dari debu, kabut, uap, logam, asap dan gas. Alat ini dibedakan menjadi :

1) Respirator pemurni udara

Membersihkan udara dengan cara menyaring atau menyerap kontaminan dengan toksisitas rendah sebelum memasuki sistem pernapasan. Alat pembersihnya terdiri dari filter untuk menangkap debu dari udara atau tabung kimia yang menyerap gas, uap dan abut,

2) Respirator penyalur udara

Membersihkan aliran udara yang terkontaminasi secara terus menerus. Udara dapat dipompa dari sumber yang jauh (dihubungkan dengan selang tahan tekanan) atau dari persediaan yang portabel (seperti tabung yang berisi udara bersih atau oksigen). Jenis ini biasa dikenal dengan SCBA (*Self Contained Breathing Apparatus*) atau alat pernapasan mandiri. Digunakan untuk tempat kerja yang terdapat gas beracun atau kekurangan oksigen.

Kewajiban menggunakan masker merupakan salah satu upaya perusahaan dalam melindungi pekerja dari paparan debu. Jenis masker yang digunakan harus sesuai dengan potensi bahaya dan faktor risiko yang ada di lingkungan kerja. Sebab, tingkat proteksi dari masker dipengaruhi oleh faktor jenis debu,

jenis masker, dan kemampuan masker dalam menyaring debu (Sholikhah dan Sudarmaji, 2015)

Pemakaian masker oleh pekerja industri yang udaranya banyak mengandung debu, merupakan upaya mengurangi masuknya partikel debu kedalam saluran pernapasan. Dengan mengenakan masker, diharapkan pekerja melindungi dari kemungkinan terjadinya gangguan pernapasan akibat terpapar udara yang kadar debunya tinggi. (Khumaidah, 2009)

Khumaidah (2009) menjelaskan Banyak faktor yang menentukan tingkat perlindungan dari penggunaan masker, antara lain adalah jenis dan karakteristik debu, serta kemampuan menyaring dari masker yang digunakan. Kebiasaan menggunakan masker yang baik merupakan cara aman bagi pekerja yang berada di lingkungan kerja berdebu untuk melindungi kesehatan. Cara-cara pemilihan APD harus dilakukan secara hati-hati dan memenuhi beberapa criteria yang diperlukan antara lain :

- a. APD harus memberikan perlindungan yang baik terhadap bahaya-bahaya yang dihadapi tenaga kerja.
- b. APD harus memenuhi standar yang telah ditetapkan
- c. APD tidak menimbulkan bahaya tambahan yang lain bagi pemakaiannya yang dikarenakan bentuk atau bahannya yang tidak tepat atau salah penggunaan.
- d. APD harus tahan untuk jangka pemakaian yang cukup lama dan bersifat fleksibel.

Hasil penelitian Salisa (2011) menyatakan bahwa baik pekerja yang menggunakan masker atau tidak sama-sama dapat mengalami keluhan

pernapasan. Oleh sebab itu, penggunaan masker yang sesuai menjadi hal penting dalam upaya pencegahan penyakit akibat debu kerja.

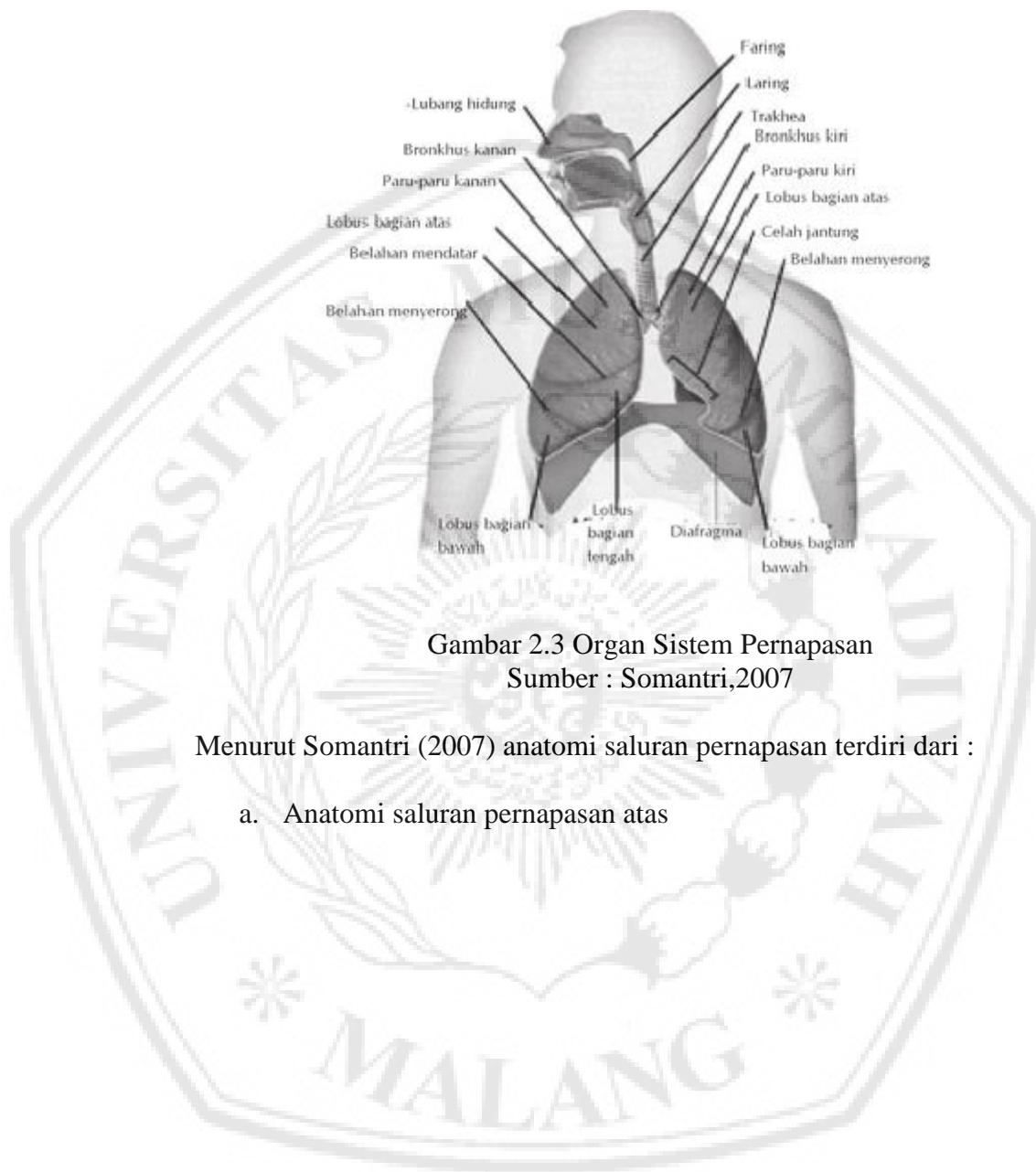
B. Sistem Pernapasan Manusia

1. Pengertian Pernapasan

Pernapasan adalah saluran proses ganda yaitu terjadinya pertukaran gas di dalam jaringan (pernapasan dalam), yang terjadi di dalam paru-paru disebut pernapasan luar. Pada pernapasan melalui paru-paru atau respirasi eksternal, oksigen (O_2) dihisap melalui hidung dan mulut. Pada waktu bernapas, oksigen masuk melalui batang tenggorokan atau *trakea* dan pipa *bronkial* ke *alveoli*, dan erat hubungannya dengan darah di dalam *kapiler pulmonaris* (Irianto, 2008).

Menurut Price dan Wilson (2006), pernafasan secara harfiah berarti pergerakan oksigen (O_2) dari atmosfer menuju ke sel dan keluarnya Karbondioksida (CO_2) dari sel ke udara bebas. Pemakaian O_2 dan pengeluaran CO_2 diperlukan untuk menjalankan fungsi normal sel dalam tubuh, akan tetapi sebagian besar sel-sel tubuh tidak dapat melakukan pertukaran gas-gas langsung dengan udara, hal ini disebabkan oleh sel-sel yang letaknya sangat jauh dari tempat pertukaran gas tersebut. Dengan demikian, sel-sel tersebut memerlukan struktur tertentu untuk menukar maupun untuk mengangkut gas-gas tersebut.

2. Anatomi Saluran Pernapasan

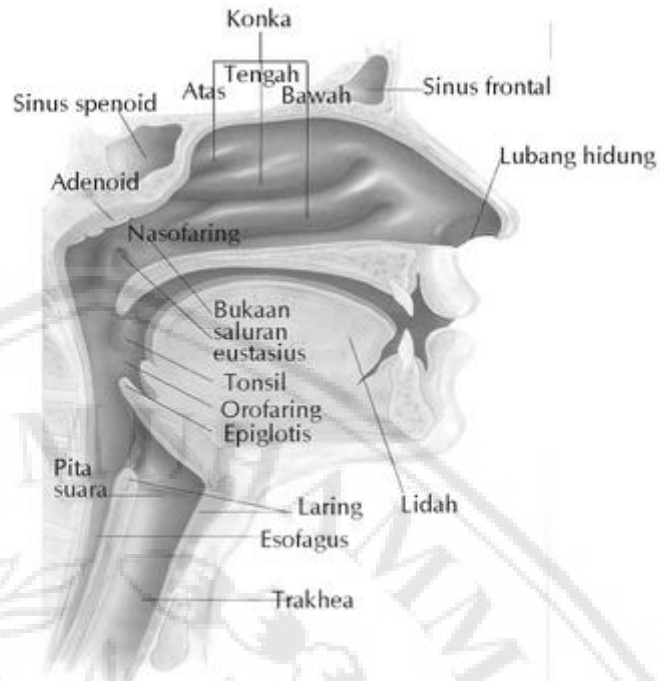


Gambar 2.3 Organ Sistem Pernapasan

Sumber : Somantri,2007

Menurut Somantri (2007) anatomi saluran pernapasan terdiri dari :

- a. Anatomi saluran pernapasan atas



Gambar 2.4 Anatomi Saluran Pernapasan Atas
Sumber : Somantri, 2007

1) Lubang Hidung (*cavum nasalis*)

Hidung berfungsi sebagai jalan napas, pengatur udara, pengatur kelembapan udara (*humidifikasi*), pengatur suhu, pelindung dan penyaring udara, indra pencium dan resonator suara.

2) *Sinus Paranasalis*

Sinus paranasalis merupakan daerah yang terbuka pada tulang kepala. Dinamakan sesuai dengan tulang tempat dia berada yaitu *sinus frontalis*, *sinus ethmoidalis*, *sinus spehenoidalis*, dan *sinus maxillaris*. *Sinus* berfungsi untuk:

a) Membantu menghangatkan dan humidifikasi.

- b) Meringankan berat tulang tengkorak
- c) Mengatur bunyi suara manusia dengan ruang resonansi.

3) *Faring*

Faring merupakan pipa berotot berbentuk cerobong (± 13 cm) yang letaknya bermula dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan *esofagus*. *Faring* digunakan pada saat 'digestion' (menelan) seperti pada saat bernapas. Berdasarkan letaknya faring dibagi menjadi tiga yaitu di belakang hidung (*naso-faring*), belakang mulut (*oro-faring*), dan belakang laring (*laringo-faring*).

4) *Laring*

Laring sering disebut dengan *voice box* dibentuk oleh struktur *epiteliumlined* yang berhubungan dengan *faring* (di atas) dan *trakhea* (di bawah). *Laring* terletak di *anterior* tulang belakang (*vertebrae*) ke-4 dan ke-6. Bagian atas dari *esofagus* berada di *posterior laring*.

Fungsi utama *laring* adalah untuk pembentukan suara, sebagai proteksi jalan napas bawah dari benda asing dan untuk memfasilitasi proses terjadinya batuk.

b. Anatomi Saluran Pernapasan Bagian Bawah

Saluran pernapasan bagian bawah (*tracheobronchial tree*) terdiri atas:

1) Saluran Udara Konduktif

a) *Trakhea*

Trakhea merupakan perpanjangan dari *laring* pada ketinggian tulang *vertebrae torakal* ke-7 yang bercabang menjadi dua *bronkus*. Ujung cabang *trakhea* disebut *carina*. *Trakhea* bersifat sangat fleksibel, berotot, dan memiliki panjang 12 cm dengan cincin kartilago berbentuk huruf C. pada cincin tersebut terdapat *epitel* bersilia tegak (*pseudostratified ciliated columnar epithelium*) yang mengandung banyak *sel goblet* yang mensekresikan lendir (*mucus*).

b) *Bronkhus* dan *Bronkhiolus*

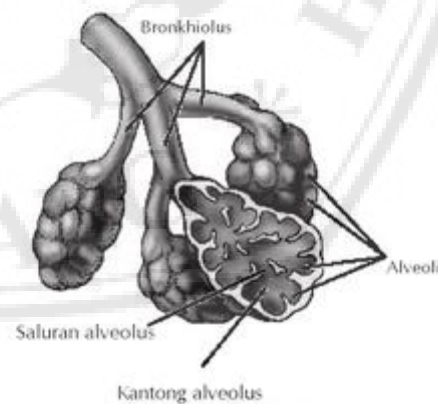
Cabang *bronkhus* kanan lebih pendek, lebih besar, dan cenderung lebih vertikal daripada cabang yang kiri. Hal tersebut menyebabkan benda asing lebih mudah masuk ke dalam cabang sebelah kanan daripada cabang *bronkhus* sebelah kiri.

Segmen dan subsegmen *bronkhus* bercabang lagi dan berbentuk seperti ranting masuk ke setiap paru-paru. *Bronkhus* disusun oleh jaringan kartilago sedangkan *bronkhiolus*, yang berakhir di *alveoli*, tidak mengandung kartilago. Tidak adanya kartilago menyebabkan *bronkhiolus* mampu menangkap udara, namun juga dapat mengalami kolaps. Agar tidak kolaps, *alveoli* dilengkapi dengan porus/lubang kecil yang terletak antar *alveoli* *Kohn pores* yang berfungsi untuk mencegah kolaps *alveoli*.

Saluran pernapasan mulai dari *trakhea* sampai *bronkhus terminalis* tidak mengalami pertukaran gas dan merupakan area yang dinamakan *Anatomical Dead Space*. Banyaknya udara yang berada dalam area tersebut adalah sebesar 150 ml. awal dari proses pertukaran gas terjadi di *bronkhioles respiratorius*.

2) Saluran Respiratorius Terminal

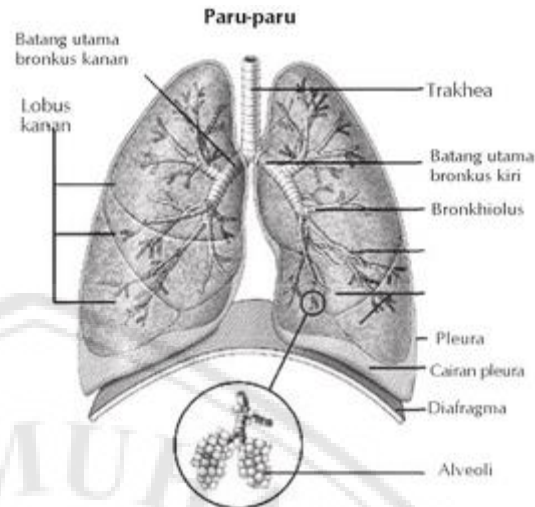
a) *Alveoli*



Gambar 2.5 *Alveolus*
Sumber : Somantri,2007

Parenkim paru-paru merupakan area yang aktif bekerja dari jaringan paru-paru. *Parenkim* tersebut mengandung berjuta-juta unit *alveolus*. *Alveoli* merupakan kantong udara yang berukuran *alveolar sacs* sangat kecil, dan merupakan akhir dari *bronkiolus respiratorius* sehingga memungkinkan pertukaran O_2 dan CO_2 . Seluruh dari unit *alveoli* (zona respirasi) terdiri atas *bronkiolus respiratorius*, *duktus alveolus*, dan (kantong *alveolus*). Fungsi utama dari unit *alveolus* adalah pertukaran O_2 dan CO_2 di antara *kapiler pulmoner* dan *alveoli*.

b) Paru-paru



Gambar 2.6 Paru-paru
Sumber : Somantri, 2007

Paru-paru terletak pada rongga dada, berbentuk kerucut yang ujungnya berada di atas tulang iga pertama dan dasarnya berada pada diafragma. Paru-paru kanan mempunyai 3 lobus sedangkan paru-paru kiri mempunyai dua lobus. Kelima lobus tersebut dapat terlihat dengan jelas. Setiap paru-paru terbagi lagi menjadi beberapa subbagian menjadi sekitar sepuluh unit terkecil yang disebut *bronchopulmonary segments*.

Paru-paru kanan dan kiri dipisahkan oleh ruang yang disebut *mediastinum*. Jantung, aorta, vena cava, pembuluh paru-paru, esofagus, bagian dari trakhea dan bronkhus, serta kelenjar timus terdapat pada *mediastinum*.

c) Dada, Diafragma, dan Pleura

Tulang dada (*sternum*) berfungsi melindungi paru-paru, jantung, dan pembuluh darah besar. Bagian luar rongga dada terdiri atas 12 pasang tulang iga (*costae*). Bagian atas dada

pada daerah leher terdapat dua otot tambahan inspirasi yaitu otot *scaleneus* dan *sternocleidomastoideus*.

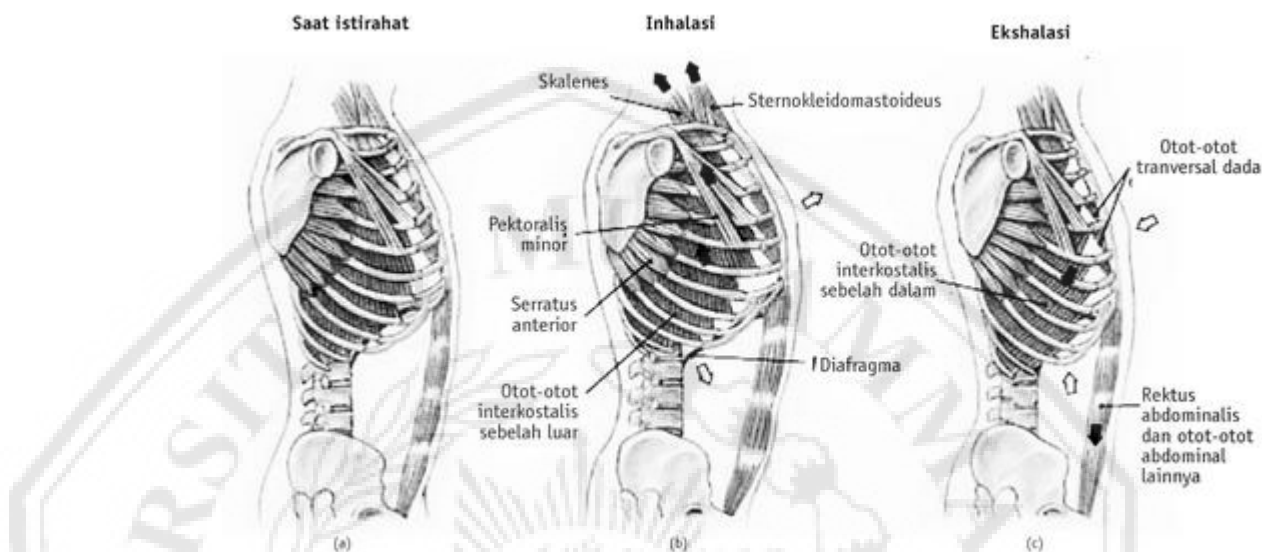
Diafragma terletak di bawah rongga dada. Diafragma berbentuk seperti kubah pada keadaan relaksasi. Pengaturan saraf diafragma (*Nervus Phrenicus*) terdapat pada susunan saraf spinal pada tingkat C3, sehingga jika terjadi kecelakaan pada saraf C3 akan menyebabkan gangguan ventilasi.

Pleura merupakan *membran serosa* yang menyelimuti paru-paru. *Pleura* ada dua macam yaitu *pleura parietal* yang bersinggungan dengan rongga dada (lapisan luar paru-paru) dan *pleura visceral* yang menutupi setiap paru-paru (lapisan dalam paru-paru). Diantara kedua *pleura* terdapat cairan *pleura* seperti selaput tipis yang memungkinkan kedua permukaan tersebut bergesekan satu sama lain selama respirasi, dan mencegah pelekatan dada dengan paru-paru.

3. Otot-otot Pernapasan

Otot-otot pernapasan merupakan sumber kekuatan untuk mengembuskan udara. Diafragma (dibantu oleh otot-otot yang dapat mengangkat tulang rusuk dan tulang dada) merupakan otot utama yang ikut berperan meningkatkan volume paru. Pada saat istirahat, otot-otot pernapasan mengalami relaksasi. Saat inspirasi, *m. sternocleidomastoideus*, *m. scaleni*, *m. pectoralis minor*, *m. serratus anterior*, dan *m. intercostalis* sebelah luar mengalami kontraksi sehingga menekan diafragma ke bawah dan mengangkat rongga dada untuk membantu udara masuk ke dalam paru. Pada

fase ekspirasi, otot-otot transversal dada, *m. intercostalis* sebelah dalam, dan *m. abdominal* mengalami kontraksi, sehingga mengangkat diafragma dan menarik rongga dada untuk mengeluarkan udara dari paru (Muttaqin, 2008).



Gambar 2.7 Otot-otot pernapasan. Otot abdominal mempunyai peran penting sebagai otot bantu pernapasan. (a) gambaran secara lateral pada saat istirahat tanpa ada pergerakan udara ke dalam paru. (b) Inhalasi, menggambarkan kemampuan otot untuk melakukan elevasi atau mengembangkan tulang rusuk. (c) Ekshalasi, menggambarkan kemampuan otot-otot dalam mendeprasi atau menarik kembali tulang rusuk

Sumber : Simon dan Schuster, 2003

C. Debu

1. Pengertian Debu

Debu merupakan salah satu bahan yang sering disebut sebagai partikel yang melayang di udara (*Suspended Particulate Matter/SPM*) dengan ukuran 1 mikron sampai dengan 500 mikron. Partikel debu akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara kemudian masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan (Kuswana, 2014).

Debu adalah partikel benda padat yang terapung di udara, biasanya debu dihasilkan oleh proses mekanik seperti penggosokan, pengeboran, pemecahan benda padat, serta cara pengolahan benda padat lainnya, misalnya *asbestos* dan *silica* (Harrianto, 2009)

2. Efek Debu Terhadap Kesehatan

Menurut Cayanto (2007) Partikel-partikel kecil oleh karena *gerakan Brown*, ada kemungkinan membentur permukaan *alveoli* dan tertimbun disana. Bila debu masuk di *alveoli*, jaringan mengeras, yang disebut fibrosis. Bila 10 persen *alveoli* mengeras akibatnya akan mengurangi elastisitasnya dalam menampung volume udara sehingga kemampuan untuk mengikat oksigen menurun. Fungsi paru- paru utama ialah untuk melakukan pertukaran udara dari atmosfer ke dalam tubuh manusia dan sebaliknya. Untuk pertukaran udara dalam paru-paru ini harus melalui *alveoli*. Dalam *alveoli* ini terjadi pertukaran oksigen dari atmosfer dengan karbondioksida di bawa ke seluruh tubuh. Karena terjadinya *fibrosis* dapat menurunkan *vital capacity* paru-paru. Akibatnya oksigen akan berkurang yang ditangkap sehingga bagian yang memerlukan oksigen seperti otak, jantung akan terganggu.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Imania (2014) Bahaya debu kayu bagi kesehatan bahwa debu merupakan bahan partikel apabila masuk ke dalam organ pernapasan manusia maka dapat menimbulkan penyakit pada tenaga kerja khususnya berupa gangguan sistem pernapasan yang ditandai dengan pengeluaran lendir secara berlebihan yang menimbulkan gejala utama yang sering terjadi adalah batuk, sesak napas dan kelelahan umum.

Ukuran partikel debu yang membahayakan kesehatan umumnya berkisar antara 0,1-10 *mikron*. Partikel debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan, oleh karena itu perlindungan terhadap tenaga kerja harus diadakan.

3. Faktor-faktor yang Memengaruhi Proses Pengendapan Partikel Debu di Paru.

Soeripto (2008) menyatakan bahwa debu termasuk bahan partikel toksikan yang dapat diabsorpsi paru. Debu terhirup dan masuk ke dalam tubuh secara inhalasi, proses penimbunan debu hingga menyebabkan gangguan faal paru dipengaruhi oleh jenis partikel, lama pajanan, besarnya kadar partikel dan ukuran partikel debu.

a. Jenis Debu

Jenis debu terkait daya larut sifat kimianya. Adanya perbedaan daya larut dan sifat kimiawi ini, maka kemampuan mengendapnya juga akan berbeda pula. Suma'mur (2009) mengelompokkan partikel debu menjadi dua yaitu debu organik dan anorganik.

Tabel 2.1 Jenis-jenis debu

NO	Jenis Debu	Contoh (Jenis Debu)
1.	Organik	
	a. Alamiah	
	1. Fosil	Batu bara, karbon hitam, arang, granit
	2. Bakteri	TBC, antraks, <i>enzim bacillus substilis</i>
	3. Jamur	<i>Koksidimikosis, histoplasmosis, kriptokokus thermophilic actinomycosis.</i>
	4. Virus	Psikatosi, cacar air, <i>Q fever</i>
	5. Sayuran	Kompos jamur, ampas tebu, tepung padi, gabus, atap alang-alang, katun, rami, serta nanas
	6. Binatang	Kotoran burung merpati, kesturi, ayam

	b. Sintesis 1. Plastik 2. Reagen	<i>Politetra fluoretilen diesosianat</i> <i>Minyak isopropyl, pelarut organik</i>
2.	Anorganik a. Silica bebas 1. <i>Crystalline</i> 2. <i>Amorphus</i> b. Silika 1. <i>Fibrosis</i> 2. Lain-lain c. Metal 1. <i>Inert</i> 2. Lain-lain 3. Bersifat keganasan	<i>Quarrz, trymite cristobalite</i> <i>Diatomaceous earth, silica gel</i> <i>Asbestosis, silinamite, talk</i> <i>Mika, kaolin, debu semen</i> <i>Besi, barium, titanium, tin, alumunium, seng</i> <i>Berilium</i> <i>Arsen, kobal, nikel hematite, uranium, asbes, khrom</i>

(Sumber: Suma'mur, 2009)

Jenis debu terkait daya larut sifat kimianya. Adanya perbedaan daya larut dan sifat kimiawi ini, maka kemampuan mengendapnya juga akan berbeda pula.

b. Ukuran Partikel Debu

Debu yang berukuran 5-10 *mikron* akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian atas, sedangkan yang berukuran 3-5 *mikron* akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian tengah. Partikel-partikel yang berukuran 1-3 *mikron*, akan sampai di permukaan *alveoli* (Kuswana, 2014).

Partikel-partikel yang berukuran 0,1 *mikron* tidak begitu hinggap pada permukaan *alveoli*, oleh karena partikel dengan ukuran demikian tidak mengendap di permukaan. Debu dengan partikel-partikelnya berukuran kurang dari 0,1 *mikron* bermassa terlalu kecil, sehingga tidak mengendap di permukaan *alveoli* atau selaput lendir, oleh

karena gerakan *brown* yang menyebabkan debu demikian bergerak keluar masuk *alveoli* (Soedirman dan Suma'mur,2014)

c. Konsentrasi Partikel Debu dan lama Paparan

Semakin tinggi konsentrasi partikel debu dalam udara dan semakin lama paparan berlangsung, jumlah partikel yang mengendap di paru juga semakin banyak. Setiap *inhalasi* 500 partikel per millimeter kubik udara, setiap *alveoli* paling sedikit menerima 1 partikel dan apabila konsentrasi mencapai 1000 partikel per millimeter kubik, maka 10% dari jumlah tersebut akan tertimbun di paru. Konsentrasi yang melebihi 5000 partikel per millimeter kubik sering dihubungkan dengan terjadinya *Pneumokoniosis* (Mangkunegoro,2003)

Suma'mur (2013) menyatakan bahwa semakin lama masa kerja seseorang, maka semakin tinggi pula tingkat risiko dalam terjadinya gangguan faal paru. Masa kerja juga menentukan lama paparan seseorang terhadap faktor risiko terpapar debu, sehingga semakin besar lama paparan seseorang maka semakin besar pula risiko terkena penyakit paru.

Menurut Soeripto (2008), gangguan faal paru merupakan efek dari pemajanan kronis, sehingga pengaruhnya dapat diketahui dalam waktu relatif lama. Hal ini menjelaskan bahwa penyebab gangguan faal paru tidak dapat dilihat hanya dari lama paparan sehari atau waktu pemajanan singkat, namun membutuhkan waktu yang relatif lama. Hal ini sejalan dengan Hasil penelitian yang dilakukan oleh

Ardam (2015) bahwa gangguan paru yang terjadi pada pekerja *overhaul power plant* bukan merupakan efek pemajanan akut. Gangguan paru yang terjadi bukan semata-mata disebabkan karena pekerja terpapar debu dalam waktu yang kurang dari 8 jam per hari atau bahkan lebih dari 8 jam per harinya. Gangguan faal paru yang terjadi merupakan efek dari pemajanan kronis.

Menurut (Simanjuntak, Pinontoan dan Pangeman, 2015) Semakin lama paparan berlangsung, jumlah partikel yang mengendap di paru juga akan semakin banyak. *Pneumokoniosis* akibat debu akan timbul setelah penderita mengalami kontak lama dengan debu. *Pneumoconiosis* jarang ditemui kelainan bila paparan kurang dari 10 tahun.

4. Mekanisme Penimbunan Debu dalam Paru

Mekanisme penimbunan debu dalam paru-paru dapat terjadi sebagai berikut: dengan menarik napas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru-paru. Jalur yang ditempuh hidung, *faring*, *trakea*, *bronkus*, *bronkiolus*, dan *alveoli*. Apa yang terjadi dengan debu ini sangat tergantung daripada besarnya ukuran debu (Cayanto, 2007)

Beberapa mekanisme tertimbunnya debu dalam paru menurut Suma'mur (2009) antara lain:

a. *Inertia*

Inertia terjadi pada waktu udara membelok ketika melalui pernapasan yang tidak lurus, maka partikel-partikel debu yang bermassa cukup besar

tidak dapat membelok mengikuti aliran udara, melainkan terus dan akhirnya menumpuk selaput lendir dan mengendap disana.

b. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan penimbunan debu yang terjadi di *bronchus* dan *bronkiolus*, sebab di tempat itu kecepatan udara sangat kurang kira-kira 1 cm/detik sehingga gaya tarik dapat bekerja terhadap partikel-partikel debu dan mengendapkannya.

c. Gerak *Brown*

Gerak *Brown* merupakan penimbunan bagi partikel-partikel yang berukuran sekitar atau kurang dari 0,1 *mikron*. Partikel-partikel yang kecil ini digerakkan oleh gerak *Brown* sehingga ada kemungkinan membentur permukaan *alveoli* dan hinggap disana.

5. Mekanisme Pertahanan Tubuh Terhadap Paparan Debu

Paparan debu yang sama baik jenis, ukuran partikel, konsentrasi maupun lama paparan berlangsung, tidak selalu menunjukkan akibat yang sama, sebagian akan mengalami gangguan paru berat, sebagian ringan dan ada yang tidak mengalami gangguan. Hal ini berhubungan dengan perbedaan kemampuan sistem pertahanan tubuh terhadap paparan partikel debu terinhalasi.

Sistem pertahanan tubuh dan saluran napas melalui cara :

- a. Secara mekanik yaitu pertahanan yang dilakukan dengan menyaring partikel yang terhirup bersama udara dan masuk saluran pernapasan. Penyaringan dilakukan di hidung, *nasofaring* dan saluran bagian bawah yaitu *bronkus* dan *bronkiolus*. Di hidung penyaringan dilakukan oleh

bulu-bulu silia yang terdapat di lubang hidung, sedangkan di *bronkus* dilakukan oleh reseptor yang terdapat pada otot polos yang dapat berkontraksi apabila ada iritan. Rangsangan yang terjadi berlebihan menyebabkan tubuh akan memberi reaksi berupa bersin atau batuk yang dapat mengeluarkan benda asing termasuk partikel debu dari saluran napas bagian atas atau *bronkus*.

- b. Secara kimiawi yaitu adanya *mukus* dalam saluran napas secara fisik dapat memindahkan partikel yang melekat di saluran napas dibantu dengan gerakan silia menuju ke *laring*. Cairan tersebut bersifat *detoksifikasi* dan *bakterisid*. Pada paru terjadi ekskresi cairan secara terus menerus dan perlahan-lahan dari *bronkus* ke *alveoli* melalui sistem *limfatik*, selanjutnya *makrofag alveolar menfagosit* partikel yang ada di permukaan *alveoli*.
- c. Secara imunitas yaitu melalui proses biokimiawi yaitu *humorak* dan seluler. Ketiga sistem ini saling berkait dan berkoordinasi dengan baik sehingga partikel yang terhirup disaring dan dikeluarkan dari saluran napas.

D. Asma

1. Pengertian Asma

Asma adalah kelainan berupa inflamasi kronik saluran pernapasan yang menyebabkan hiperaktivitas *bronkus* terhadap berbagai rangsangan yang dapat menimbulkan gejala mengi, batuk, sesak napas dan dada terasa berat terutama pada malam dan atau dini hari yang umumnya bersifat reversibel baik dengan atau tanpa pengobatan (Depkes RI,2009). Sedangkan menurut

Smeltzer & Bare (2002) asma merupakan penyakit jalan napas *obstruktif intermitten* yang bersifat reversibel dimana *trakhea* dan *bronkus* berespon secara hiperaktif terhadap stimuli tertentu yang ditandai dengan penyempitan jalan napas, yang mengakibatkan *dispnea*, batuk dan mengi.

2. Etiologi Asma

- a. Sensitisasi, yaitu individu dengan risiko genetik (*alergik/atopi*, *hiperaktivitas bronkus*, jenis kelamin dan ras) dan lingkungan (alergen, sensitisasi lingkungan kerja, asap rokok, polusi udara, infeksi pernapasan (virus), diet, status sosioekonomi dan besarnya keluarga) apabila terpajan dengan pemicu maka akan menimbulkan sensitisasi pada dirinya. Faktor pemicu tersebut adalah allergen dalam ruangan: tungau, debu rumah, binatang berbulu, jamur, ragi dan pajanan asap rokok.
- b. Inflamasi, apabila telah terpajan dengan pemacu akan terjadi proses inflamasi pada saluran napas. Proses inflamasi yang berlangsung lama atau proses inflamasinya berat secara klinis berhubungan dengan hiperaktivitas.

3. Faktor Pencetus Asma

Faktor pencetus asma adalah semua faktor pemicu dan pemacu ditambah aktivitas fisik, udara dingin, histamin dan metakolin. Secara umum faktor pencetus asma adalah:

a. Alergen

Allergen merupakan zat-zat tertentu yang bila dihisap atau dimakan dapat menimbulkan serangan asma seperti debu, tungau, spora jamur, bulu binatang, tepung sari, beberapa makanan laut (Muttaqin,2008)

b. Infeksi saluran pernapasan

Asma yang terjadi pada saat dewasa dapat disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya debu dan bulu binatang di tempat kerja yang mengakibatkan infeksi saluran pernapasan atas yang berulang. Ini disebut dengan *occupational asthma* yaitu asma yang disebabkan karena pekerjaan (Ikawati,2010)

c. Tekanan Jiwa

Faktor ini berperan mencetuskan serangan asma terutama pada orang yang agak labil kepribadiannya, ini lebih menonjol pada wanita dan anak-anak (Muttaqin,2008)

d. Olahraga/kegiatan jasmani yang berat

Serangan asma karena *exercise (Exercise Induced Asthma/EIA)* terjadi segera setelah olahraga atau aktivitas fisik yang cukup berat.

e. Obat-obatan

Pasien asma biasanya sensitif atau alergi terhadap obat tertentu. Obat tersebut misalnya golongan *aspirin*, NSAID, *beta bloker* dll (Depkes RI,2009)

f. Polusi udara

Pasien asma sangat peka terhadap udara berdebu, asap pabrik atau kendaraan, asap rokok, asap yang mengandung hasil pembakaran dan oksida. (Muttaqin,2008).

E. Asma Akibat Kerja

Asma akibat kerja adalah suatu penyakit yang ditandai oleh gangguan aliran nafas dan hipereaktiviti bronkus yang terjadi akibat suatu keadaan di

lingkungan kerja dan tidak terjadi pada rangsangan diluar tempat kerja (Yeung,2007)

1. Klasifikasi Asma

Klasifikasi asma ditempat kerja menurut *The American Collage of Chest Physicians* adalah :

a. Asma Akibat Kerja

- 1) Asma akibat kerja dengan masa laten yaitu asma yang terjadi melalui mekanisme imunologis. Pada kelompok ini terdapat masa laten yaitu masa sejak awal pajanan sampai timbul gejala. Biasanya terdapat pada orang yang sudah tersensitisasi yang bila terkena lagi dengan bahan tersebut maka akan menimbulkan asma.
- 2) Asma akibat kerja tanpa masa laten yaitu asma yang timbul setelah pajanan dengan bahan di tempat kerja dengan kadar tinggi dan tidak terlalu dihubungkan dengan mekanisme imunologis. Gejala seperti ini dikenal dengan istilah *Irritant Induced Asthma* atau *Reactive Airways dysfunction Syndrome* (RADS). RADS didefinisikan asma yang timbul dalam 24 jam setelah satu kali pajanan dengan bahan iritan konsentrasi tinggi seperti gas, asap yang menetap sedikitnya dalam 3 bulan.

b. Asma yang diperburuk ditempat kerja

Asma yang sudah ada sebelumnya atau sudah mendapat terapi asma dalam 2 tahun sebelumnya dan memburuk akibat pajanan zat ditempat kerja. Pada pekerja yang sudah menderita asma sebelum bekerja, 15% akan memburuk akibat pajanan bahan/faktor dalam lingkungan kerja.

F. *Asthma Control Test (ACT)*

Asthma Control Test (ACT) adalah kuesioner pengukuran yang dilakukan berdasarkan *patient-based* berguna untuk menilai tingkat kontrol asma. Kuesioner tingkat kontrol spesifik terhadap asma telah dikembangkan dan divalidasi sehingga dapat menyeleksi asma yang tidak terkontrol, mengubah pengobatan menjadi lebih tepat dan memberikan pendidikan atau pengetahuan tentang bahaya keadaan asma yang tidak terkontrol (Reviona, 2014).

Kuesioner ini terdiri dari lima pertanyaan, yang dikeluarkan oleh *America Lung Association*. Parameter yang dinilai adalah gangguan aktivitas harian akibat asma, frekuensi gejala asma, gejala malam, penggunaan obat pelega dan persepsi terhadap kontrol asma (Widysanto, 2009). ACT ini bersifat lebih valid, *reliable*, mudah digunakan dan lebih komprehensif dibanding jenis kuesioner lain sehingga dapat dipakai secara luas (Nathan, 2004).

Asthma Control Test adalah suatu uji skrining berupa kuesioner tentang penilaian klinis seseorang pasien asma untuk mengetahui asmanya terkontrol atau belum. Kuesioner ini didesain untuk pasien berumur ≥ 14 tahun. Metode ini dilakukan dengan cara meminta pasien untuk menjawab lima pertanyaan mengenai penyakit mereka. Setiap pertanyaan mempunyai lima jawaban dan penilaian dari asma terkontrol sebagai berikut. Skor jawaban dari kelima pertanyaan itu 25 artinya asmanya sudah terkontrol secara total, skor antara 20 sampai 24 berarti asmanya terkontrol baik, skor jawaban kurang dari atau sama dengan 19 berarti asmanya tidak terkontrol.

Asthma Control Test™



LANGKAH 1:

Lingkari nilai anda disetiap pertanyaan dan tuliskan nilai tersebut di box /kotak yang tersedia di sebelah kanannya - jawablah dengan jujur

Pertanyaan

1	Selama 4 minggu terakhir, seberapa sering asma mengganggu anda untuk melakukan pekerjaan sehari-hari (kantor, rumah, dll) ?	Nilai
	<input type="radio"/> Selalu 1 <input type="radio"/> Sering 2 <input type="radio"/> Kadang-kadang 3 <input type="radio"/> Jarang 4 <input type="radio"/> Tidak pernah 5	
2	Selama 4 minggu terakhir, seberapa sering anda mengalami sesak nafas?	
	<input type="radio"/> Selalu 1 <input type="radio"/> Sering 2 <input type="radio"/> Kadang-kadang 3 <input type="radio"/> Jarang 4 <input type="radio"/> Tidak pernah 5	
3	Selama 4 minggu terakhir, seberapa sering asma (bengek, batuk-batuk, sesak nafas, nyeri dada) menyebabkan anda terbangun malam /lebih awal ?	
	<input type="radio"/> 4 kali/lebih dalam seminggu 1 <input type="radio"/> 2-3 kali seminggu 2 <input type="radio"/> Sekali seminggu 3 <input type="radio"/> 1-2 kali sebulan 4 <input type="radio"/> Tidak pernah 5	
4	Selama 4 minggu terakhir, seberapa sering anda menggunakan obat semprot/ obat oral untuk melegakan pernafasan ?	
	<input type="radio"/> 3 kali/ lebih sehari 1 <input type="radio"/> 1-2 kali sehari 2 <input type="radio"/> 2-3 kali seminggu 3 <input type="radio"/> 1 kali seminggu/ kurang 4 <input type="radio"/> Tidak pernah 5	
5	Menurut anda, bagaimana tingkat kontrol asma anda dalam 4 minggu terakhir ?	
	<input type="radio"/> Tidak terkontrol sama sekali 1 <input type="radio"/> Kurang terkontrol 2 <input type="radio"/> Cukup terkontrol 3 <input type="radio"/> Terkontrol dengan baik 4 <input type="radio"/> Terkontrol sepenuhnya 5	

LANGKAH 2

Jumlah nilai masing-masing pertanyaan untuk mendapatkan nilai total

TOTAL

Arti Nilai ACT Anda;

25 -Terkontrol Penuh

Anda sudah terkontrol. Pertahankan pengobatan yang digunakan. Selalu hindari pencetus dan tetap berkonsultasi dengan Dokter Anda.

20-24 -Terkontrol Sebagian

Asma cukup terkontrol tetapi belum total. Konsultasikan pada Dokter Anda cara untuk mencapai kondisi terkontrol penuh. Edukator Asma siap membantu Anda.

≤19 -Tidak Terkontrol

Asma belum terkontrol. Konsultasikan kepada Dokter untuk mendapatkan program pengobatan agar dapat mencapai kondisi asma terkontrol penuh. Edukator asma siap membantu Anda.

Gambar 2.8 Kuesioner *Asthma Control Test* (ACT)

Sumber : GINA 2009